



Teaching Guide

| Identifying Data | | | | | 2016/17 |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------------------------------------------------------|-----------|---------|
| Subject (*) | Transmisión de calor | | Code | 730G05022 | |
| Study programme | Grao en Enxeñaría Naval e Oceánica | | | | |
| Descriptors | | | | | |
| Cycle | Period | Year | Type | Credits | |
| Graduate | 1st four-month period | Third | Obligatoria | 4.5 | |
| Language | Spanish | | | | |
| Teaching method | Face-to-face | | | | |
| Prerequisites | | | | | |
| Department | Construcións Navais Enxeñaría Naval e Oceánica | | | | |
| Coordinador | Arce Ceinos, Alberto | E-mail | alberto.arce@udc.es | | |
| Lecturers | Arce Ceinos, Alberto Fernandez Feal, Maria Luisa Lema Rodríguez, Marcos | E-mail | alberto.arce@udc.es luisa.fféal@udc.es marcos.lemma@udc.es | | |
| Web | | | | | |
| General description | <p>Aportar ao alumno os fundamentos da transmisión de calor e introducirlo no equipo básico implicado nesta operación. Asentar e completar os coñecementos do alumno sobre conducción e convección de calor, incorporar o estudo da radiación como mecanismo de transporte.</p> <p>Estudiar os fundamentos da transmisión de calor en fluxo externo e interno de fluidos para a súa posterior aplicación a operacións basadas na mecánica de fluidos.</p> <p>Dar unha visión global dos equipos de intercambio de calor de uso industrial, e capacitar ao alumno para realizar o deseño de algúns equipos sinxelos.</p> | | | | |

Study programme competences

| Code | Study programme competences |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A14 | Knowledge of the applied thermodynamics and of the transmission of the heat. |
| B1 | That the students proved to have and to understand knowledge in an area of study what part of the base of the secondary education, and itself tends to find to a level that, although it leans in advanced text books, it includes also some aspects that knowledge implicates proceeding from the vanguard of its field of study |
| B2 | That the students know how to apply its knowledge to its work or vocation in a professional way and possess the competences that tend to prove itself by the elaboration and defense of arguments and the resolution of problems in its area of study |
| B3 | That the students have the ability to bring together and to interpret relevant data (normally in its area of study) to emit judgments that include a reflection on relevant subjects of social, scientific or ethical kind |
| B4 | That the students can transmit information, ideas, problems and solutions to a public as much specialized as not specialized |
| B5 | That the students developed those skills of learning necessary to start subsequent studies with a high degree of autonomy |
| B6 | Be able to carrying out a critical analysis, evaluation and synthesis of new and complex ideas. |
| C1 | Using the basic tools of the technologies of the information and the communications (TIC) necessary for the exercise of its profession and for the learning throughout its life. |
| C2 | Coming across for the exercise of a, cultivated open citizenship, awkward, democratic and supportive criticism, capable of analyzing the reality, diagnosing problems, formulating and implanting solutions based on the knowledge and orientated to the common good. |
| C3 | Understanding the importance of the enterprising culture and knowing the means within reach of the enterprising people. |
| C4 | Recognizing critically the knowledge, the technology and the available information to solve the problems that they must face. |
| C5 | Assuming the importance of the learning as professional and as citizen throughout the life. |
| C6 | Recognizing the importance that has the research, the innovation and the technological development in the socioeconomic and cultural advance of the society. |

Learning outcomes

| Learning outcomes | Study programme competences |
|-------------------|-----------------------------|
| | |



| | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------|----------------------------------|
| <p>Proporcionar aos alumnos os conceptos básicos de transferencia de calor e presenta-lo equipo básico implicado nesta operación.</p> <p>Asentar e completar o coñecemento do alumno de conduction e convección de calor, e tamén o estudo da radiación como un mecanismo de transporte.</p> <p>Estudar os conceptos básicos de transferencia de calor de fluxo externo e interno de fluídos para a súa posterior aplicación con base en operacións de mecánica de fluídos.</p> <p>Dar unha visión xeral do equipo de intercambio de calor para uso industrial, e capacitar os alumnos a realizar o proxecto de algúns equipos simple.</p> | A14 | B1 B2 B3 B4 B5 B6 | C1 C2 C3 C4 C5 C6 |
| <p>Utilización das fontes de coñecementos de transmisión de calor e a súa importancia en procesos industriais máis usuais, e desenrolo dunha capacidade de traballo autónomo a partir das mesmas.</p> <p>Utilización da informática, programas de texto e follas de cálculo (Microsoft Excel e EES).</p> <p>Utilización do principal idioma na utilización de fontes, o inglés.</p> <p>Desenrolo da capacidade de abstracción e modelización, coa utilización de equipos de transmisión de calor na representación e apreciación da realidade dos procesos industriais que envolvan transmisión de calor.</p> <p>Fomentar el trabajo individual y en grupo de los alumnos.</p> | A14 | B1 B2 B3 B4 B5 B6 | C1 C2 C3 C4 C5 C6 |

| Contents | |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Topic | Sub-topic |
| 1. Introducción á transmisión de calor | <p>Historia</p> <p>Aplicacións</p> <p>Fundamentos</p> <p>Leis constitutivas ou fenomenolóxicas</p> <p>Conducción de calor</p> <p>Convección de calor</p> <p>Radiación térmica</p> <p>Condições de contorno na superficie dun sólido</p> <p>Problemas</p> |
| 2. Conducción de calor estacionaria unidimensional | <p>Ecuación xeral de conducción de calor</p> <p>Pared plana</p> <p>Resistencia térmica de contacto</p> <p>Conducción con xeración interna</p> <p>Problemas en coordenadas cilíndricas</p> <p>Problemas en coordenadas esféricas</p> <p>Aletas</p> <p>Ecuación xeral de aletas unidimensionais</p> <p>Aletas de sección transversal constante</p> <p>Transferencia de calor pola aleta</p> <p>Eficiencia de aleta</p> <p>Lonxitude corrixida</p> <p>Eficiencia global dunha superficie aleteada</p> <p>Problemas</p> |
| 3. Conducción de calor estacionaria en dúas e tres dimensións | <p>Introducción</p> <p>Métodos analíticos</p> <p>Métodos gráficos</p> <p>Métodos numéricos</p> <p>Resolución de sistemas de ecuacións alxebraicas: Método de inversión de matrices.</p> <p>Método Iterativo de Gauss-Siedel. Método de Relaxación</p> <p>Problemas</p> |



| | |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4. Conducción de calor non estacionaria | Análise simplificada O sólido semi-infinito Contacto entre dous sólidos semi-infinitos Conducción transitoria unidimensional Problemas |
| 5. Convección en fluxo exterior | Capa Límite Ecuacións integrais en la capa límite?placa plana Método Integral-placa plana Capa límite hidrodinámica Capa límite térmica Analogía de Colburn Resumen das correlacións Capa límite turbulenta-placa plana Capa hidrodinámica Capa térmica Fluxo exterior a cilindros Resumo das correlacións para fluxo exterior Problemas |
| 6. Convección en fluxo interior | Rexión de entrada Rexión de entrada térmica Fluxo laminar desenrollado Velocidade e coeficiente de rozamiento Transferencia de calor Fluxo turbulento Problemas |
| 7. Convección con cambio de fase | Introducción Ebulición Curva de ebulición Condensación Condensación en película Condensación en gotas |
| 8. Intercambiadores de calor | Introducción Tipos de intercambiadores Coeficiente global de transferencia de calor Diferencia media de temperaturas logarítmica Número de Unidades de Transferencia, NUT Problemas |
| 9. Radiación térmica | Introducción Conceptos básicos O corpo negro Superficies reais A ley de Kirchoff Transferencia de calor por radiación entre superficies-Introducción Álgebra dos factores de forma Intercambio de calor entre dúas superficies Envoltorios de superficies negras Envoltorios de ?N? superficies difusas, grises, opacas e isotérmicas Blindaxes de radiación Transferencia simultánea de calor por convección e radiación Transferencia de calor por radiación con medio participante |



| | |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10. Convección libre | <p>Introducción</p> <p>Convección libre a lo largo de una pared vertical</p> <p>Análisis integral de las capas límites</p> <p>Capa límite turbulenta</p> <p>Expresiones para otra geometrías</p> <p>Placas horizontales o inclinadas</p> <p>Cilindros horizontales</p> <p>Cilindros verticales</p> <p>Esferas</p> <p>Otras geometrías</p> <p>Superficies con aletas</p> <p>Problemas resueltos</p> |
| Práctica 1. Medición da temperatura | <p>Familiarización con distintos dispositivos de medida de temperatura: Termómetro de bulbo, bourdon, expansión metálica, termopar, termistor e PT100</p> <p>Medición da temperatura da mezcla auga-xeo e auga en ebulición</p> |
| Práctica 2. Estudo da conducción de calor | <p>Comprobación da Ley de Fourier de conducción aplicada a unha parede plana cun gradiente lineal de temperatura</p> |
| Práctica 3. Determinación da conductividade dun sólido | <p>Determinación da conductividade térmica de distintos materiais a partir da Ley de Fourier de conducción estacionaria aplicada a unha parede plana.</p> |
| Práctica 4. Convección en flujo exterior en un cilindro | <p>Estudo do desprendimiento da capa límite dun fluído en circulación sobre a superficie dun cilindro observando a temperatura sobre a superficie cilíndrica</p> |
| Práctica 5. Estudo dun intercambiador de carcasa e tubos | <p>Estudo do coeficiente integral de transmisión de calor para diferentes condicións de operación e variación coa la diferenza de temperaturas media logarítmica</p> <p>Comparación con intercambiador de placas</p> |
| Práctica 6. Estudo dun intercambiador de placas | <p>Estudio do coeficiente integral de transmisión de calor para diferentes condicións de operación e variación coa diferenza de temperaturas media logarítmica</p> <p>Comparación con intercambiador de carcasa e tubos</p> |

| Planning | | | | |
|--------------------------------|-----------------------------------------|----------------------|-------------------------------|-------------|
| Methodologies / tests | Competencies | Ordinary class hours | Student?s personal work hours | Total hours |
| Guest lecture / keynote speech | A14 B1 B2 B3 | 30 | 24 | 54 |
| Problem solving | A14 B1 B2 B4 B5 B6 C1 C2 C3 C4 C5 C6 | 22 | 30 | 52 |
| Laboratory practice | A14 B5 C6 | 11 | 30 | 41 |
| ICT practicals | A14 B1 | 11 | 15 | 26 |
| Personalized attention | | 1 | 0 | 1 |

(*)The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

| Methodologies | |
|--------------------------------|-----------------------------------------|
| Methodologies | Description |
| Guest lecture / keynote speech | Clase maxistral |
| Problem solving | Resolución de problemas propostos |
| Laboratory practice | Realización de ensaios no laboratorio |
| ICT practicals | Resolución de problemas co software EES |

| Personalized attention | |
|------------------------|-------------|
| Methodologies | Description |



| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Laboratory practice ICT practicals Guest lecture / keynote speech Problem solving | Tutorías e consulta en correo electrónico |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|

| Assessment | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------|
| Methodologies | Competencies | Description | Qualification |
| Laboratory practice | A14 B5 C6 | Prácticas de laboratorio de conceptos relacionados coa asignatura | 10 |
| ICT practicals | A14 B1 | Solución de problemas utilizando o software EES | 10 |
| Guest lecture / keynote speech | A14 B1 B2 B3 | Exposición da materia | 24 |
| Problem solving | A14 B1 B2 B4 B5 B6 C1 C2 C3 C4 C5 C6 | Solución de problemas propostos polo profesor | 56 |
| Others | | | |

| Assessment comments |
|---------------------|
| |

| Sources of information | |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Basic | <ul style="list-style-type: none"> - Mills, A.F. (1996). Transferencia de Calor, 1ª Ed. Irwin - Incropera, F. P. e DeWitt, D. P., (1999). Fundamentos de Transferencia de Calor y Materia 5ª Ed. Pearson Educación - Sáiz Jabardo, J.M., Arce Ceinos, A., Lamas Galdo, M.I. (2012). Transferencia de Calor. Universidade da Coruña Apuntes da asignatura |
| Complementary | |

| Recommendations |
|-----------------------------------------------------------------|
| Subjects that it is recommended to have taken before |
| TERMODINÁMICA/730G03014 |
| Subjects that are recommended to be taken simultaneously |
| MECÁNICA DE FLUÍDOS/730G03018 |
| Subjects that continue the syllabus |
| Traballo Fin de Grao/730G03068 |
| Other comments |
| |

(*)The teaching guide is the document in which the URV publishes the information about all its courses. It is a public document and cannot be modified. Only in exceptional cases can it be revised by the competent agent or duly revised so that it is in line with current legislation.